

DE 898 044

Title: Electron microscope

Inventor: Ernst Ruska

Applicant: Siemens & Halske AG

Publication date: October 30, 1952

In particle beam instruments, particularly in electron microscopes, the electron beam originating from the beam generator has to be precisely aligned with the optical axis, which is defined by the areal positions of the imaging lenses. To this end, one has designed the upper part of an electron microscope in order to allow for the complete beam generating system to be tilted or shifted in small amounts with respect to the imaging lens system. The common method of mechanically adjusting the complete beam generating tube in such an apparatus is very sensitive to agitation. Thus, what is needed is a method which allows for the tilting of the electron beam of an electron microscope with respect to an object as a center without the need to tilt the beam generating tube itself. According to the invention, this problem is solved in that the cathode is imaged on the object by means of the condenser, and that an aperture in the condenser is movable in a direction transverse to the axis in order to control the direction of incidence of the beams. With such an assembly, an adjustment of the complete beam generation system with small angles may be completely abandoned, and the beam generation system may be kept in the vertical position regardless of any necessary adjustments.

When carrying out the invention, one can provide the upper part of the preferably cup-shaped condenser aperture with a ring shaped sliding surface, which bears on a respective sliding surface of the upper part of the shell of the condenser coil. Furthermore, the design may be carried out so that a bell-shaped anode aperture bears on said upper part of the shell of the condenser coil, and wherein adjustment rods allotted to the condenser aperture and operable from the outside protrude through lateral openings of the anode body.

Fig. 1 shows a cross sectional view of an embodiment of the invention, particularly a cross sectional view of the part of the electron microscope comprising the beam generation system, the condenser coil and the object lock. 1 designates the cathode, 2 designates the Wehnelt cylinder of the beam generator. These parts are sustained in the upper part of the electron microscope not shown in the drawing. The parts serving for the mounting are supported by isolator 3. Isolator 3 bears with a conical fitting surface on part 5 of the electron microscope, which serves at the same time as the top cover of the condenser coil 6. This upper part of the shell of the condenser coil has a sliding surface 7, on which the bell-shaped anode 8 bears.

Furthermore, a cup-shaped aperture 9 allotted to the condenser braces on the sliding surface. The sliding surface of the aperture is indicated by 10.

The condenser is, together with the beam generation system, disposed adjustably in a plane transversely to the beam direction. Adjustment screws 11 are used for this purpose. A rubber sleeve serves to seal the shiftable parts. As can be seen in Fig. 1, its outer rim 13 is screwed on part 14 of the electron microscope, and its inner rim 15 is screwed on the shell of the condenser coil, in both cases in a vacuum tight manner. 16 indicates a plug used in a manner known in the art as a means for locking in a probe. At 17, a lock is designated in part 14 of the electron microscope.

To allow for the tilting of the electron beam in small amounts with the object as a center, aperture 9 is designed to be shiftable in a transverse direction. Adjustment screws 18 serve for the shifting, which interact via pressure pins 19 and rolls with the lateral faces 21 of the upper part of aperture 9. Together with analogous assemblies offset by  $90^\circ$  with respect to the previously described adjustment means, the adjustment means allow for any adjustment of hole 22 in aperture 9 in a transverse direction to the beam axis. By means of this transverse shifting, the direction of incidence of the beams affecting the object is controlled in the desired manner.

Deviating from the embodiment shown in Fig. 1, the parallel shift of the electron beam bunch may also be achieved by magnetic or electric parallel deflection of the beam by means of two deflection systems per coordinate. In this case, it is possible to completely avoid a transverse mechanical deflection of the beam generator, so that the beam generator is constantly and rigidly fixed to the part of the electron microscope comprising the imaging lenses. Fig. 2 shows a schematic view of an embodiment with such an assembly. 31 indicates the cathode, 32 the anode aperture of the beam generation system. For the parallel shifting of the beam in one coordinate, deflection plate pairs 33, 34 and 35, 36 are designated. Deflection plate pairs 37, 39 and 38, 40 serve for the shifting with respect to the other coordinate. The deflection plate systems are connected in a manner shown in the figure with a potentiometer 41, which is connected to battery 42. The center of the battery is earthed. The shiftable voltage pick-up 44 is assigned to both upper deflection plate pairs, and shiftable voltage pick-up 45 is assigned to both lower deflection plate pairs.

## CLAIMS

1. Electron microscope, wherein the electron beams originating from the beam generator can be tilted about small angles about the object as a center, characterised in that the cathode is imaged on the object by means of the condenser, and that an aperture in the condenser is shiftable in a direction transverse to the axis in order to control the direction of incidence of the beams.
2. Apparatus according to claim 1, characterised in that the upper part of the cup-shaped aperture comprises a ring-shaped sliding surface, which bears on a respective sliding surface of the upper part of the shell of the condenser coil.
3. Apparatus according to claims 1 or 2, characterised in that a bell-shaped anode aperture bears on the upper part of the shell of the condenser coil, and that adjustment rods allotted to the condenser aperture protrude through lateral openings of the anode body.

Erteilt auf Grund des Ersten Überleitungsgesetzes vom 8. Juli 1949  
(WIGBL. S. 175)

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



AUSGEGEBEN AM  
26. NOVEMBER 1953

DEUTSCHES PATENTAMT

# PATENTSCHRIFT

Nr. 898 044

KLASSE 21g GRUPPE 3701

S 7254 VIII c / 21 g

Dr.-Ing. Ernst Ruska, Berlin-Spandau  
ist als Erfinder genannt worden

Siemens & Halske Aktiengesellschaft, Berlin und München

## Elektronenmikroskop

Patentiert im Gebiet der Bundesrepublik Deutschland vom 12. Februar 1942 an  
Der Zeitraum vom 8. Mai 1945 bis einschließlich 7. Mai 1950 wird auf die Patentdauer nicht angerechnet  
(Ges. v. 15. 7. 51)

Patentanmeldung bekanntgemacht am 30. Oktober 1952

Patenterteilung bekanntgemacht am 15. Oktober 1953

Bei Korpuskularstrahlapparaten, insbesondere Elektronenmikroskopen, muß man den vom Strahlerzeuger herkommenden Elektronenstrahl sehr genau in die optische Achse des Gerätes, welche durch die räumliche Lage der abbildenden Linsen bestimmt ist, einstellen. Man hat zu diesem Zweck den oberen Teil eines Elektronenmikroskops so konstruiert, daß das gesamte Strahlerzeugungssystem gegenüber dem abbildenden Linsensystem um kleine Beträge verschoben oder verkantet werden kann. Die bisher bei diesen Anordnungen übliche mechanische Verstellung des gesamten Strahlerzeugungsrohres ist sehr erschütterungsempfindlich. Es besteht daher das Bedürfnis nach einer Vorrichtung, die es gestattet, den Elektronenstrahl

bei einem Elektronenmikroskop um das Objekt als Mittelpunkt um kleine Winkel zu schwenken, ohne daß dabei das Strahlerzeugungsrohr selbst geschwenkt werden muß. Bei der Erfindung wird die geschilderte Aufgabe dadurch gelöst, daß die Kathode mit Hilfe des Kondensors auf dem Objekt abgebildet wird und daß zur Regelung der Einfallsrichtung der Strahlen eine Aperturblende im Kondensor quer zur Achse verschiebbar ist. Bei dieser Anordnung kann man nunmehr von einer Verstellung des gesamten Strahlerzeugungssystems um geringfügige Winkelbeträge vollkommen absehen und das Strahlerzeugungssystem bei allen erforderlichen Einstellungen in der senkrechten Lage belassen.

Bei der Ausführung der Erfindung kann man den oberen Teil der vorzugsweise topfförmig ausgebildeten Kondensorblende mit einer ringförmigen Gleitfläche versehen, die auf einer entsprechenden Gleitfläche des oberen Mantelteiles der Kondensorspule aufliegt. Man kann die Konstruktion weiter so durchführen, daß auf dem genannten oberen Mantelteil der Kondensorspule eine glockenförmige Anodenblende aufliegt, wobei der Kondensorblende zugeordnete, von außen bedienbare Verstellstangen durch seitliche Öffnungen des Anodenkörpers hindurchragen.

Die Fig. 1 zeigt als Ausführungsbeispiel der Erfindung einen Querschnitt durch einen das Strahlerzeugungssystem, die Kondensorspule und die Objektschleuse enthaltenden Teil eines Elektronenmikroskops. Mit 1 ist die Kathode, mit 2 der Wehneltzylinder des Strahlerzeugers bezeichnet. Diese Teile sind im oberen nicht dargestellten Teil des Elektronenmikroskops gehalten. Die dieser Halterung dienenden Teile stützen sich auf den Isolator 3 ab. Der Isolator sitzt mit einer konischen Paßfläche 4 auf dem gleichzeitig den oberen Abschlußdeckel der Kondensorspule 6 bildenden Teil 5 des Elektronenmikroskops auf. Dieser obere Mantelteil der Kondensorspule besitzt eine Gleitfläche 7, auf der die glockenförmige Anode 8 aufliegt. Auf der Gleitfläche stützt sich ferner eine topfförmige, dem Kondensor zugeordnete Aperturblende 9 ab. Die Gleitfläche der Aperturblende ist mit 10 bezeichnet.

Der Kondensor ist zusammen mit dem Strahlerzeugungssystem in einer Ebene quer zur Strahlachse verschiebbar angeordnet. Hierfür dienen die Einstellschrauben 11. Zur Abdichtung der relativ verschiebbaren Teile dient eine Gummimanschette 12, welche in der aus der Fig. 1 ersichtlichen Weise mit ihrem äußeren Rand 13 am Teil 14 des Elektronenmikroskops und mit ihrem inneren Rand 15 an der Ummantelung der Kondensorspule vakuumdicht verschraubt ist. Mit 16 ist ein in an sich bekannter Weise als Objektschleusvorrichtung dienendes Hahnkücken bezeichnet. Bei 17 ist die Einschleusöffnung im Teil 14 des Elektronenmikroskops vorgesehen.

Um den Elektronenstrahl um das Objekt als Mittelpunkt um kleine Winkelbeträge schwenken zu können, ist die Blende 9 quer verschiebbar angeordnet. Für die Verschiebung dienen die Verstellerschrauben 18, die über Druckstifte 19 und Rollen 20 mit den Seitenflächen 21 des Oberteiles der Blende 9 zusammenarbeiten. Entsprechende um 90° gegen die beschriebenen Verstellvorrichtungen versetzte Anordnungen ermöglichen zusammen mit den dargestellten, das Loch 22 der

Blende 9 beliebig quer zur Strahlachse zu verschieben. Durch diese Querverschiebung wird die Einfallsrichtung der das Objekt treffenden Strahlen in der gewünschten Weise geregelt.

Abweichend von der in Fig. 1 dargestellten Ausführungsform der Erfindung kann man die Parallelverschiebung des Elektronenstrahlbündels auch durch elektrische oder magnetische Parallelablenkung des Strahles durch je zwei Ablenssysteme pro Koordinate durchführen. In diesem Fall läßt sich eine mechanische Querverschiebung des Strahlerzeugers vollkommen vermeiden, so daß dann der Strahlerzeuger dauernd starr mit dem die abbildenden Linsen enthaltenden Teil des Elektronenmikroskops verbunden ist. Fig. 2 zeigt schematisch für eine derartige Anordnung ein Ausführungsbeispiel. Mit 31 ist die Kathode, mit 32 die Anodenblende des Strahlerzeugungssystems bezeichnet. Für die Parallelverschiebung des Strahles in der einen Koordinate sind die Ablenkplattenpaare 33, 34 und 35, 36 vorgesehen. Für die Verschiebung in der anderen Koordinate dienen die Plattenpaare 37, 39 und 38, 40. Die Ablenkplattensysteme liegen in der aus der Figur ersichtlichen Weise an einem Potentiometer 41, das an die Batterie 42 angeschlossen ist. Der Mittelpunkt 43 der Batterie ist geerdet. Den beiden oberen Ablenkplattenpaaren ist der verschiebbare Spannungsabgriff 44, den beiden unteren Plattenpaaren der Spannungsabgriff 45 zugeordnet.

#### PATENTANSPRÜCHE:

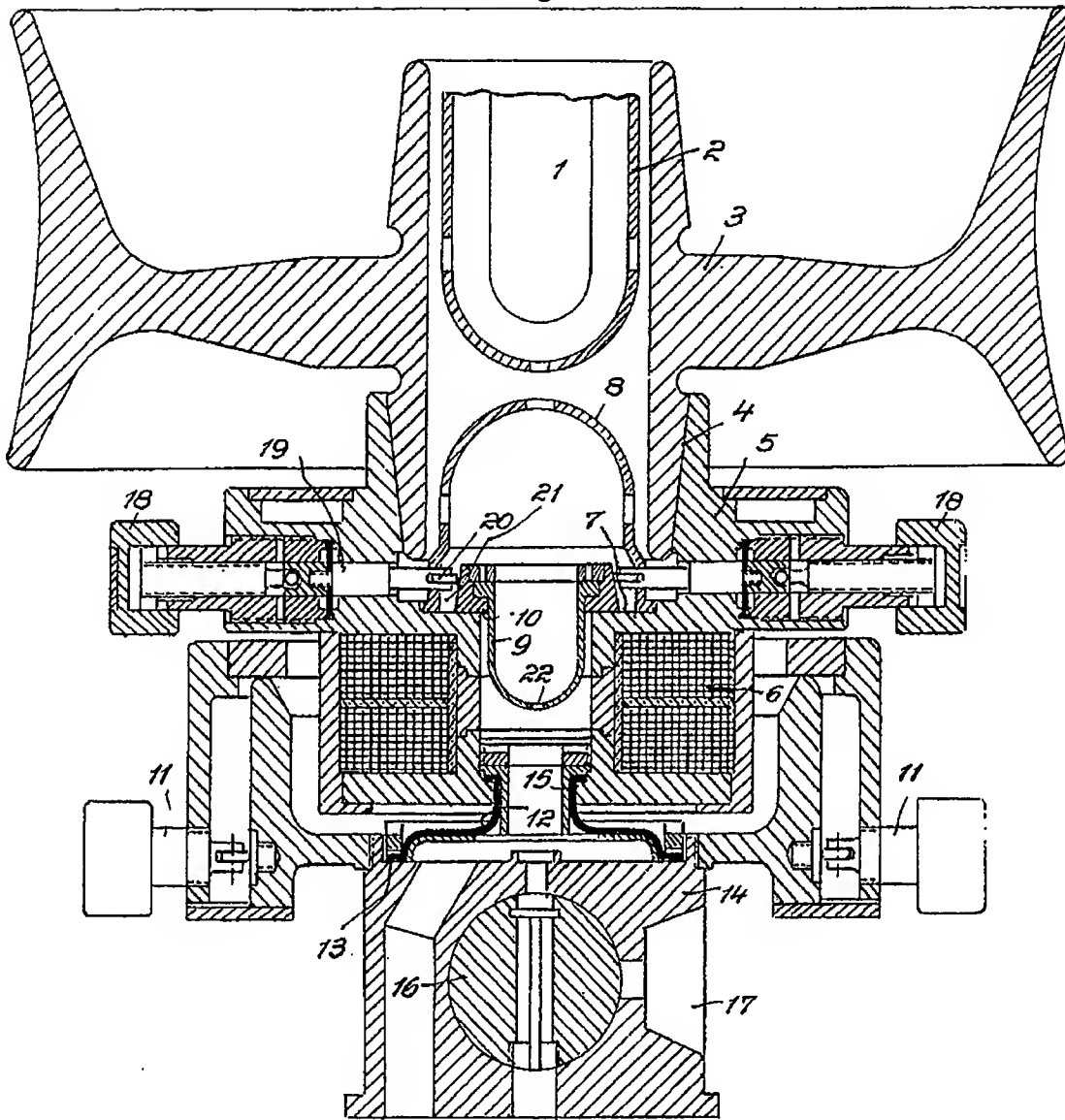
1. Elektronenmikroskop, bei dem die vom Strahlerzeuger kommenden Strahlen um das Objekt als Mittelpunkt um kleine Winkelbeträge geschwenkt werden können, dadurch gekennzeichnet, daß die Kathode mit Hilfe des Kondensors auf dem Objekt abgebildet wird und daß zur Regelung der Einfallsrichtung der Strahlen eine Aperturblende im Kondensor quer zur Achse verschiebbar ist.

2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der obere Teil der topfförmigen Blende eine ringförmige Gleitfläche besitzt, die auf einer entsprechenden Gleitfläche des oberen Mantelteiles der Kondensorspule aufliegt.

3. Anordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem oberen Mantelteil der Kondensorspule eine glockenförmige Anodenblende aufliegt und daß der Kondensorblende zugeordnete Verstellstangen durch seitliche Öffnungen des Anodenkörpers hindurchragen.

Hierzu 1 Blatt Zeichnungen

*Fig. 1*



*Fig. 2*

